



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105278235 B

(45)授权公告日 2019.11.05

(21)申请号 201510434239.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.07.22

G03F 1/36(2012.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G06F 17/50(2006.01)

申请公布号 CN 105278235 A

审查员 王晶晶

(43)申请公布日 2016.01.27

(30)优先权数据

2014-149015 2014.07.22 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3-30-2

(72)发明人 石井弘之 中山谅 荒井祐

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

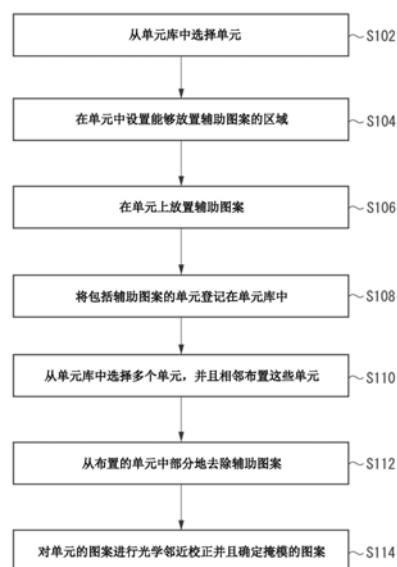
权利要求书2页 说明书9页 附图15页

### (54)发明名称

图案生成方法以及信息处理装置

### (57)摘要

本发明提供一种图案生成方法以及信息处理装置。所述图案生成方法包括：限定步骤，在各单元中限定主图案的占有区；布置步骤，相邻布置第一单元和具有在所述主图案的占有区外部的辅助图案的第二单元，使得所述第二单元的所述占有区外部的辅助图案存在于所述第一单元的主图案的占有区中；以及生成步骤，通过在相邻布置的所述第一单元和所述第二单元中的、所述第二单元的所述占有区外部的辅助图案的图案元素与所述第一单元中的所述主图案接近或交叠的部分中，去除所述辅助图案的图案元素，来生成所述掩模的图案。



1. 一种图案生成方法,其用于使用处理器通过相邻布置从包含多个单元的单元库中选择的多个单元来生成掩模的图案,所述图案生成方法包括:

限定步骤,在第一单元和第二单元中限定被解析的主图案的占有区;

布置步骤,相邻布置所述第一单元和所述第二单元,所述第二单元具有在所述第二单元的主图案的占有区外部的帮助解析所述第二单元的主图案并且不被解析的辅助图案,使得所述第二单元的所述占有区外部的辅助图案存在于所述第一单元的主图案的占有区中;以及

生成步骤,通过在所述第二单元的占有区外部的辅助图案的图案元素与所述第一单元的图案交叠的部分中,去除所述辅助图案的图案元素,来生成所述掩模的图案。

2. 根据权利要求1所述的图案生成方法,其中,所述生成步骤包括,在所述第二单元中的所述辅助图案的图案元素与所述第一单元中的所述主图案的图案元素交叠的部分中,去除所述第二单元中的所述辅助图案的图案元素。

3. 根据权利要求1所述的图案生成方法,

其中,所述第一单元包括辅助图案的图案元素,并且

其中,所述生成步骤包括,在所述第二单元中的所述辅助图案的图案元素与所述第一单元中的所述辅助图案的图案元素交叠的部分中,去除所述第一单元或所述第二单元的所述辅助图案的图案元素。

4. 根据权利要求3所述的图案生成方法,其中,所述生成步骤包括,在所述第二单元中的所述辅助图案的图案元素与所述第一单元的所述辅助图案的图案元素交叠的部分中,改变未被去除而被保留的所述辅助图案的图案元素的位置。

5. 根据权利要求1所述的图案生成方法,所述图案生成方法还包括:

设置容许区域,在所述容许区域中能够将所述辅助图案布置在从所述单元库中选择的所述第二单元的占有区外部;以及

在所述容许区域中生成所述辅助图案,其中,

所述布置步骤包括,以在所述容许区域中形成的所述辅助图案与所述第一单元的主图案的占有区交叠的方式,来布置所述第一单元和所述第二单元。

6. 根据权利要求1所述的图案生成方法,其中,在所述布置步骤中,以使得所述第一单元的占有区与所述第二单元的占有区接触的方式,来相邻布置所述第一单元和所述第二单元。

7. 根据权利要求5所述的图案生成方法,其中,将所述容许区域的外周与所述占有区的外周之间的距离设置为距离D或比距离D更小,其中, $1.5 = D \times NA / \lambda$ 是距离,NA是投影光学系统的数值孔径, $\lambda$ 是曝光波长。

8. 根据权利要求5所述的图案生成方法,其中,所述容许区域的外周距所述单元的所述主图案的图案元素的各位置一定距离。

9. 根据权利要求1所述的图案生成方法,其中,所述第二单元包括所述主图案的占有区之内的辅助图案。

10. 根据权利要求1所述的图案生成方法,其中,所述第一单元包括在所述主图案的占有区之内和之外的辅助图案。

11. 一种掩模的制造方法,所述制造方法包括:

利用根据权利要求1所述的图案生成方法,来生成掩模图案;以及  
通过使用所生成的掩模图案的数据来制造掩模。

12.一种曝光方法,所述曝光方法包括:

通过使用根据权利要求11所述的掩模的制造方法来制造掩模;以及  
通过使用所制造的掩模来使基板曝光。

13.一种设备的制造方法,所述制造方法包括:

通过根据权利要求12所述的曝光方法使基板曝光;以及  
使所曝光的基板显影以从显影的基板制造设备。

14.一种信息处理装置,其包括被构造为通过相邻布置从包含多个单元的单元库中选择的多个单元来生成掩模的图案的处理器,所述处理器包括:

限定部,在第一单元和第二单元中限定被解析的主图案的占有区;

布置部,相邻布置第一单元和第二单元,所述第二单元具有在所述第二单元的主图案的占有区外部的帮助解析所述第二单元的主图案并且不被解析的辅助图案,使得所述第二单元的占有区外部的所述辅助图案存在于所述第一单元的主图案的占有区中;以及

生成部,通过在所述第二单元的占有区外部的辅助图案的图案元素与所述第一单元中的图案交叠的部分中,去除所述辅助图案的图案元素,来生成所述掩模的图案。

15.一种存储程序的存储介质,所述程序使信息处理装置执行根据权利要求1至10中任意一项所述的图案生成方法。

## 图案生成方法以及信息处理装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图案生成方法以及信息处理装置。

### 背景技术

[0002] 包括照明光学系统和投影光学系统的曝光设备已被用于光刻技术。照明光学系统利用来自光源的光照明掩模。投影光学系统将掩模图案的图像投影到基板(例如晶片)上。当要形成在基板上的目标图案的最小尺寸小于用于曝光的光源的波长时,在毗邻图案之间,掩模图案的图像在基板上的投影涉及不期望的光相互作用(干涉)。因此,在基板上形成了具有不同于目标图案的形状的、不期望的图像。目标图案的最小尺寸与光源的波长之间的差越大,则引起图案的分辨率缺陷的可能性越高。

[0003] 一种已知的用于使用计算机生成掩模图案的方法包括:从包括大量标准单元(cell)的单元库中选择多个单元、布置这些单元、并对多个布置的单元进行光学邻近校正(optical proximity correction,下文中称为OPC)。通过OPC,以将图案的图像设置在目标范围内的方式来校正各图案元素的形状。在OPC中,考虑到了在毗邻图案之间光的干涉如何影响形成的图案图像。单元库包括形成用于掩模图案的基本图案的多个单元。多个单元包括彼此不同的图案。

[0004] 用于改变图案元素的形状的计算量随着图案元素的数量增加而增加。因此,当布置要使用的所有单元以生成掩模图案,然后对整个掩模图案(整个芯片)进行OPC时,需要极其大量的计算。美国专利申请第2009/0100396号公报讨论了解决这种情况的方法。具体而言,对各个单元中的图案进行OPC以校正图案的形状,并且布置经历了OPC的多个单元来形成掩模图案。然后,对整个掩模图案最后一次进行OPC。由于各单元的图案已经经历了OPC,因此不需要向具有已经被校正在目标范围内的图像的一些图案元素施加对整个掩模的OPC。因此,减少了要校正的图案元素的数量。结果,能够减少OPC中的计算量。

[0005] 在美国专利第7873929号公报中,将辅助图案按特定规则布置在标准单元中。因此,能够以更小的光学邻近效果(当布置多个标准单元时产生该光学邻近效果)或无光学邻近效果来生成掩模图案。在日本特开2005-84101号公报中,在虚拟图案(dummy pattern)被添加至单元的图案的两侧的情况下进行OPC,然后去除虚拟图案并且将由此得到的图案存储在单元库中。

[0006] 美国专利申请第2009/0100396号公报讨论了使各单元中的图案变形的OPC,但是并未讨论用于实现单元中的主图案的更高分辨率的辅助图案。因此,无法获得辅助图案的分辨率提升效果。在美国专利第7873929号公报中,仅在单元内部布置辅助图案。因此,由于辅助图案布置的限制,可能无法实现足够的分辨率。在日本特开2005-84101中讨论的虚拟图案在OPC中不仅被放置在单元内,而且还被放置在单元的两侧。当单元被存储在单元库中时去除虚拟图案。因此,由于在从单元库中选择的单元中不存在虚拟图案,当生成掩模图案时可能无法实现足够的分辨率。

## 发明内容

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一种图案生成方法,其用于使用处理器通过相邻布置从包含多个单元的单元库中选择的多个单元来生成掩模的图案,所述图案生成方法包括:限定步骤,在各单元中限定主图案的占有区;布置步骤,相邻布置第一单元和具有在所述主图案的占有区外部的辅助图案的第二单元,使得所述第二单元的所述占有区外部的辅助图案存在于所述第一单元的主图案的占有区中;以及生成步骤,通过在相邻布置的所述第一单元和所述第二单元中的、所述第二单元的所述占有区外部的辅助图案的图案元素与所述第一单元中的所述主图案接近或交叠的部分中,去除所述辅助图案的图案元素,来生成所述掩模的图案。

[0008] 根据以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得清楚。

## 附图说明

[0009] 图1是例示掩模图案的生成方法的流程图。

[0010] 图2是例示单元A至D的图。

[0011] 图3是例示各自包括辅助图案的单元A'至D'的图。

[0012] 图4是例示有效光源分布的图。

[0013] 图5是例示作为相邻布置单元A'至D'的状态的掩模图案的图。

[0014] 图6是例示彼此接近或彼此交叠的辅助图案元素的图。

[0015] 图7是例示在部分去除辅助图案之后的图案的图。

[0016] 图8是例示在第一示例性实施例中确定的掩模图案的图。

[0017] 图9是例示在第二示例性实施例中部分去除辅助图案之后的图案的图。

[0018] 图10是例示在第二示例性实施例中确定的掩模图案的图。

[0019] 图11是例示容许区域的变型例的图。

[0020] 图12是例示根据第一比较例的掩模图案的图。

[0021] 图13是例示根据第二比较例的掩模图案的图。

[0022] 图14是例示根据第三比较例的掩模图案的图。

[0023] 图15是例示在第四比较例中的单元A1至D1的图。

[0024] 图16是例示在第四比较例中的掩模图案的图。

[0025] 图17是例示计算机的构造的图。

## 具体实施方式

[0026] 可以通过硬件、固件、软件或它们的任意组合来实现一个实施例的元素。术语硬件通常是指具有诸如电子、电磁、光学、光电、机械、电子机械部件等的物理结构的元件。硬件实现可以包括模拟或数字电路、设备、处理器、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑设备(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)或任意电子设备。术语软件通常是指逻辑结构、方法、步骤、程序、例行程序(routine)、处理、算法、公式、函数、表达式等。术语固件通常是指在硬件结构(例如,闪速存储器、ROM、EPROM)中实现或实施的逻辑结构、方法、步骤、程序、例行程序、处理、算法、公式、函数、表达式等。固件的示例可以包括微码、可写控制存储器、微程序结构(micro-programmed structure)。当在软件或固件中实现时,实施例的元素可以用

以进行必要任务的代码段。软件/固件可以包括执行在一个实施例中描述的操作的实际代码,或者仿真或模拟操作的代码。程序或代码段可以被存储在处理器或机器可访问介质中。“处理器可读或可访问介质”或“机器可读或可访问介质”可以包括可以存储信息的任何介质。可以存储的处理器可读或机器可访问介质的示例包括存储介质、电子电路、半导体存储设备、只读存储器(ROM)、闪速存储器、通用串行总线(USB)记忆棒、可擦除可编程ROM(EPROM)、软盘、高密度磁盘(CD)ROM、光盘、硬盘等。机器可访问介质可以在制造的物品中被实施。机器可访问介质可以包括当被机器访问时,使机器进行上述操作或动作的信息或数据。机器可访问介质也可以包括嵌入其中的程序代码、指令或多个指令。程序代码可以包括进行上述操作或动作的机器可读代码、指令或多个指令。在此,术语“信息”或“数据”是指针对机器可读目的而编码的任意类型的信息。因此,“信息”或“数据”可以包括程序、代码、数据、文件等。

[0027] 实施例的全部或部分可以通过依据对应于特定特征、功能的应用的各种手段来实现。这些手段可以包括硬件、软件、固件、或它们的任意组合。硬件、软件、或固件元素可以具有彼此耦合的数个模块。硬件模块通过机械、电气、光学、电磁或任意物理连接与其他模块耦合。软件模块通过功能、步骤、方法、子程序、或子程序调用、跳转、链接、参数、变量、变元传递、函数返回等与其他模块耦合。软件模块与其他模块耦合以接收变量、参数、变元、指针等,和/或生成或传递结果、更新变量、指针等。固件模块通过以上硬件和软件耦合方法的任意组合与其他模块耦合。硬件、软件或固件模块可以与其他硬件、软件或固件模块中的任一个耦合。模块也可以是软件驱动程序或界面,以与在平台上运行的操作系统相互作用。模块也可以是硬件驱动程序,以构造、建立、初始化、向硬件设备发送数据并从硬件设备接收数据。装置可以包括硬件、软件和固件模块的任意组合。

[0028] 第一示例性实施例涉及在用于制造半导体设备的光刻技术中使用的图案生成(形成)方法,例如,涉及用于生成(形成)在曝光设备中使用的掩模图案的数据的方法,该曝光设备使用照明掩模的照明光学系统和将掩模图案的图像投影在基板上的投影光学系统来曝光基板。

[0029] 如下进行掩模图案的数据的生成方法。计算机(信息处理装置)的处理单元读出并执行程序,并且计算机通过使用图案的数据进行计算。图17例示了执行用于形成掩模图案的程序的计算机100的构造。计算机100包括总线1、处理单元2、显示单元3、存储单元4、输入单元5以及介质接口6。处理单元2、显示单元3、存储单元4、输入单元5以及介质接口6通过总线1彼此连接。介质接口6能够被连接到存储介质7。用于形成存储介质7中存储的掩模图案的程序被介质接口6读取,并被存储在存储单元4中。然后,处理单元2读出并执行存储单元4中存储的程序。存储单元4存储用于形成掩模图案的程序和用于计算的数据。诸如中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)、数字信号处理器(DSP)或FPGA等的处理单元2包括用于暂时存储的高速缓冲存储器。显示单元3是诸如显示器的显示设备。存储单元4是存储器或硬盘。输入单元5是键盘、鼠标等。介质接口6是例如CD驱动器、通用串行总线(USB)接口等。存储介质7是CD、USB存储器等。用于实现本示例性实施例的功能的软件和程序被包括多个计算机的信息处理装置经由网络或各种存储介质执行。配置在彼此远离的位置处的计算机可以通过有线或无线通信在彼此之间发送和接收数据,以执行程序中的各种类型的处理。信息处理装置的处理单元组成了用于执行以下描述的步骤的各单元。

[0030] 下面说明由计算机100执行的掩模图案的形成方法。图1例示了由计算机100执行的掩模图案的形成方法的流程图。

[0031] 在步骤S102至S108中,通过向标准单元添加辅助图案来创建新单元库。

[0032] 在步骤S102中,计算机100的处理单元2从包括多种类型的标准单元的单元库中选择用于形成掩模图案的单元,并且获取在选择的单元中的图案的数据。获取的数据可以是基于用户通过输入设备5发出的指令而从单元库中选择的单元的图案数据,或者是由计算机100自动选择的单元的图案数据。单元库被存储在计算机100的存储单元4(存储器)中。通过从存储单元库的存储单元4中读出单元的数据,来获取单元的数据。单元形成了被用作掩模图案的基本图案。通常,单元库包括数十至数百种类型的通常被用作电路图案的标准单元。各单元包括彼此不同的图案。单元库包括单元信息,例如单元的名称和范围、输入输出引脚(pin)信息、包括布线层的布局物理属性信息的库交换格式(LEF)文件、包括晶体管的寄生电容和热电位的波动的库(LIB)文件、逻辑电路设计数据、以及设计值的图形设计系统(GDS) II数据。单个单元包括晶体管的扩散区域、栅极、触点、金属零件、通路孔等。

[0033] 图2例示了四个标准单元的示例。标准单元实际包括多个掩模层。然而,为了简化描述,仅例示了接触孔层的示例。例如,标准单元A的图案(主图案)包括各自具有正方形的12个接触孔(主图案元素)10。各主图案元素是 $100\text{nm} \times 100\text{nm}$ 的正方形。单元的矩形占有区(footprint)12表示在以下描述的步骤S112中相邻布置单元时与其他单元的边界。在步骤S112中,以使占有区12之间不相交叠的方式相邻布置单元。单元库包括关于作为单元的范围的占有区12的信息。类似地,标准单元B、C和D各自包括多个接触孔10和占有区12。

[0034] 然后,在步骤S104中,计算机100的处理单元2对各标准单元设置容许区域14。容许区域14是能够布置用于实现主图案的更高分辨率的辅助图案的区域。在本示例性实施例中,容许区域14是通过将各单元的占有区12在上、下、左和右方向上扩大 $150\text{nm}$ 而获得的区域。因此,容许区域14被设置为比占有区12宽。

[0035] 接下来,在步骤S106中,计算机100的处理单元2基于各单元的主图案生成辅助图案,并且布置辅助图案。辅助图案(也被称为亚分辨率辅助图样(SRAF))被构造为不进行解析,而是被放置在用于实现主图案的更高分辨率的位置处。在本示例性实施例中,使用日本特开2008-040470号公报中描述的二维透射交叉系数来计算单元A至单元D的主图案10的近似空中图像(approximate aerial image)(光学图像),并且辅助图案元素16被放置在近似空中图像的峰位置。使用下面的与投影曝光相关的参数来计算近似空中图像。将掩模图案投影到基板上的投影光学系统的数值孔径(NA)被设置为0.85。曝光波长被设置为 $193\text{nm}$ (ArF激光束)。投影倍率被设置为 $0.25\times$ 。图4中的黑色区域表示在照明光学系统的光瞳面上的光强分布(有效光源分布)。通过被配置为彼此足够远离以不引起单元之间的光学邻近效果的单元A至D来计算近似空中图像,从而防止单元A至D互相作用。图3例示了各自包括辅助图案的单元A'至D'。辅助图案包括被例示为白色正方形的多个辅助图案元素16。辅助图案中的各辅助图案元素16小于主图案中的主图案元素10。辅助图案的辅助图案元素16被布置在各单元的占有区12内,还被布置在占有区12外部的容许区域14中。因此,辅助图案不必被布置在单元的占有区12之内。当辅助图案元素16的中心位置在占有区12之内时,在占有区12与容许区域14之间的边界上的辅助图案元素16被确定为在占有区12中,并且当辅助图案元素的中心位置在占有区12之外时,辅助图案元素16被确定在占有区12外部。用于计算

光学图像的方法不限于使用二维透射交叉系数的方法,并且也可以采用基于其他模型的方法。具体而言,可以通过使用其他光学模型计算图案的光学图像,来生成图案。用于形成辅助图案的方法不限于使用光学模型的方法。可以将用于实现图案图像的更高对比度的辅助图案按预定规则放置在图案图像周围。

[0036] 然后,在步骤S108中,计算机100的处理单元2将在步骤S106中通过布置辅助图案而获得的单元A'至D',登记在步骤S102中从中选择单元A至D的单元库中,或其它单元库中。可选地,可以对单元A'至D'进行OPC以改变主图案和辅助图案的形状等,并且由此得到的单元A'至D'可以被存储在单元存储器中。

[0037] 接下来,在步骤S110至S116中形成掩模图案。

[0038] 首先,在步骤S110中,计算机100的处理单元2根据逻辑电路设计,从单元库中选择多个单元,并且将这些单元相邻布置在掩模的数据上。在整个掩模上的图案包括与单个半导体芯片的区域相对应的至少一个图案。在单个半导体芯片的区域中的图案被形成为包括作为一组功能块的块单元、指示数据的输入和输出的输入输出(I/O)单元、以及各自为逻辑元素的标准单元的电路图案组的组合。为了简化本示例性实施例的描述,在掩模的数据上相邻布置从单元库中选择的单元A'至D'的构造仅是示例。在实际逻辑电路中的单元布置的规模要大得多,并且因此布置了大量的单元。除了单元A'至D'之外,要被布置的单元可以包括例如仅在占有区内包括辅助图案的单元、以及不包括辅助图案的单元。图5例示了单元A'至D'被布置为占有区12彼此接触而不彼此交叠的状态。以如下的方式布置单元A'和C':配置在第一单元的下侧上的单元A'(第一单元)的占有区之外的辅助图案元素在单元C'(第二单元)的占有区中。上述情况也适用于单元A'和B'、以及单元B'和D'。根据本示例性实施例,多个单元被布置为之间无空隙。然而,单元也可以被布置为之间有空隙。

[0039] 接下来,在步骤S112中,计算机100的处理单元2在相邻布置的单元A'至D'中部分地删除辅助图案的一部分的辅助图案元素。例如,在图5的布置状态中,作为在单元A'的占有区外部并且非常接近作为单元C'中的分辨率目标的主图案的辅助图案元素18,被布置在单元C'的占有区内。配置在单元A'的占有区外部并且非常接近单元C'的主图案的辅助图案元素18,可能对单元C'的主图案的分辨率有不利的影 响,并且由于单元A'中的辅助图案不是针对单元C'中的主图案的辅助图案,可能无法获取期望的图像。因此,当配置在第一单元外部的、第一单元的辅助图案元素与第二单元的主图案元素毗邻或部分交叠,该第二单元被布置在第一单元旁边时,去除第一单元的辅助图案元素。在本示例性实施例中,确定中心坐标在垂直和横向上距主图案元素的中心坐标在100nm内的辅助图案元素被去除。该确定基于与在辅助图案元素被布置在标准单元中的情况下的规则相同的规则。图6例示了作为去除目标的、图5中示出的辅助图案元素18已被去除的状态。

[0040] 接下来,去除了被配置为彼此非常接近的辅助图案元素中的任意一者。例如,在图6例示的状态中,存在被配置在单元A'的占有区外部的辅助图案元素与被配置在单元C'的占有区内的辅助图案元素交叠的部分20。被配置在单元A'的占有区外部并且与单元C'的辅助图案元素毗邻或交叠的辅助图案元素可能被包括在分辨率中。因此,在第一单元的占有区外部的第一单元的辅助图案元素与第二单元的辅助图案元素接近或交叠的部分中,去除了第一单元的辅助图案元素与第二单元的辅助图案元素中的任意一者。在本示例性实施例中,当在辅助图案元素的中心坐标之间的距离在垂直和水平方向上不大于100nm时,确定要



去除辅助图案元素中的一者。因此,将去除图6中的各部分20(点线框内)中的辅助图案元素中的一个。类似地,在一个单元的占有区内的辅助图案元素中的一个与其他单元的占有区内的辅助图案元素彼此接近或彼此交叠的部分中,将去除辅助图案元素中的一个。在本示例性实施例中,在部分20中的多个辅助图案元素之中,接近主图案的辅助图案元素被去除。当三个辅助图案元素中的两个要被去除时,去除三个辅助图案元素中的、除了最接近重心的一个之外的辅助图案元素。图7例示了由此去除了辅助图案元素的状态。

[0041] 然后,在步骤S114中,计算机100的处理单元2对图7例示的图案进行OPC,并且由此得到的图案被确定为掩模图案。图8例示了OPC处理的结果。在本示例性实施例中,虽然通过OPC处理校正了主图案的边的位置和长度,但是辅助图案的位置和大小保持不变。

[0042] 在图8中,与主图案元素10交叠的圆22表示主图案的图像的轮廓。检查作为光刻余量(分辨率)的一个指标的焦点深度。具体而言,通过改变散焦量来检查主图案的图像的宽度。发现在共通焦点深度为165nm的情况下,所有主图案元素的图像的宽度落入 $100 \pm 10\text{nm}$ 的范围内。此外,辅助图案不被解析。

[0043] 接下来,将描述在图1的步骤S112中部分去除了辅助图案的示例作为第二示例性实施例。直至图6例示的状态为止,处理都与第一示例性实施例中的相同。在本示例性实施例中,在辅助图案元素彼此接近或彼此交叠的部分20中,去除辅助图案元素中的一个,并且剩余的辅助图案元素被移动到辅助图案元素之间的中间位置。当要去除三个辅助图案元素中的两个时,去除两个彼此最接近的辅助图案元素中的一个。然后,剩余的元素被移动到两个辅助图案元素之间的中间位置。当在该处理之后剩余的辅助图案元素彼此接近或彼此交叠时,重复上述去除和移动处理。图9例示了作为这种处理的结果的图案的状态。移动剩余的辅助图案元素、去除作为去除目标的所有辅助图案元素、并且将辅助图案元素新放置在中间位置的处理产生相同的结果,并且因此被认为相同。

[0044] 然后,在步骤S114中,对图9例示的图案进行OPC。图10例示了作为OPC的结果的图案。在第二示例性实施例中进行的OPC与在第一示例性实施例中的相同。在此,通过改变散焦量来检查主图案元素中的图像的宽度。发现在共通焦点深度为165nm的情况下,所有主图案元素的图像的宽度落入 $100 \pm 10\text{nm}$ 的范围内。此外,辅助图案不被解析。因此,确认了在第二示例性实施例中也能够获得与在第一示例性实施例中相同的效果。

[0045] 在第一示例性实施例中,当扩大能够布置辅助图案的容许区域14时,辅助图案的效果变大,并且由此光刻余量趋于变大。然而,针对被放置为远离单元的占有区的辅助图案元素,仅产生小的效果。此外,在布置多个单元以形成掩模图案之后,去除大量辅助图案元素,因此用于去除辅助图案元素的计算量增加。因此,容许区域14不必随着其尺寸增加而变得更有效,因此要具有合适的尺寸。根据本示例性实施例,在容许区域14中,在四个方向上将占有区12扩大150nm。当标准化值 $k1 = D \times NA / \lambda$ 时, $k1 = 150 / 193 \times 0.85 = 0.66$ ,其中D表示距离, $\lambda$ 表示曝光波长,并且NA表示投影光学系统的数值孔径。辅助图案元素能够被配置在距单元的占有区12多远会有好的效果,依据主图案的布置、有效光源分布、投影光学系统的NA、以及曝光波长。被以超过1.5的 $k1$ 距离配置的辅助图案元素显著无效。因此,在容许区域14的外周与单元的占有区12的外周之间的距离是不大于1.5的 $k1$ 。

[0046] 在第一示例性实施例中,容许区域14是通过在四个方向上扩展占有区12而获得的区域。然而,不限于此。例如,如图11所例示的,容许区域30可以具有距主图案元素一定距离

的外周(点线)。在图11中,容许区域30是在与占有区12的外周正交的方向上距主图案元素10在280nm内的单元的占有区12的外侧的区域。图11例示了在由此设置的区域30中通过布置辅助图案而获得的单元A2至D2。

[0047] 在第一示例性实施例中,当在辅助图案元素的中心坐标与主图案元素或其他辅助图案元素的中心坐标之间的距离在垂直和横向上等于或小于100nm时,确定要去除辅助图案元素。然而,可以以其他方式来确定要去除的元素。可以基于多个图案元素(主图案元素或辅助图案元素)的中心之间的距离或边缘之间的距离来确定要去除的元素。阈值可以是100nm之外的值。在主图案元素与辅助图案元素之间的距离的阈值,与在辅助图案元素之间的距离的阈值可以不同。根据第一示例性实施例,应用于该确定的规则可以不同于在单元中布置辅助图案时使用的规则。例如,考虑如下情况:即使当辅助图案被放置在单元上时在辅助图案元素与主图案元素之间的距离的阈值被设置为100nm,在单元中实际放置的辅助图案与主图案之间的最短距离也为130nm。在这种情况下,距主图案元素100nm的距离的位置可能不适于作为辅助图案被放置在单元上的位置。因此,在多个单元被布置为掩模图案之后在辅助图案元素与主图案元素之间的距离的阈值可以被设置为大于100nm但不大于130nm的值。

[0048] 在第一示例性实施例中,要分析在辅助图案元素与主图案元素之间的距离,或在多个辅助图案元素之间的距离。可以针对所有辅助图案元素获取距离,或者可以仅针对接近单元的占有区的边界的辅助图案元素获取距离。此外,可以针对被配置为接近单元的占有区的边界、并且在相邻布置了多个单元之后可以非常接近主图案元素或其他辅助图案元素的辅助图案元素,配设标识符。然后,可以仅针对配设有标识符的辅助图案元素,获得到其他图案元素(主图案元素或辅助图案元素)的距离。通过由此减少要获得距离的目标的数量,能够减少计算量。

[0049] 将描述不布置辅助图案的第一比较例。图2例示的不配设辅助图案的多个标准单元A至D被相邻布置以形成掩模图案,并且对主图案进行OPC。在图12中例示了结果。圆22表示图案的图像的轮廓。通过改变散焦量来检查主图案元素的图像的宽度。发现在共通焦点深度为146nm的情况下,所有主图案元素的图像的宽度落入 $100 \pm 10$ nm的范围内。在第一示例性实施例中共通焦点深度是165nm,并且因此根据第一示例性实施例的掩模图案的形成方法能够实现较大焦点深度(光刻余量)。

[0050] 接下来,将描述仅在相邻布置多个单元以形成掩模图案之后才放置辅助图案的示例,作为第二比较例。如图2所示,未配设辅助图案的多个单元A至D按原样被相邻布置以形成掩模图案,然后布置辅助图案。在本比较例中,也使用二维透射交叉系数来计算近似空中图像,并且基于近似空中图像来布置辅助图案。在布置了辅助图案之后,对主图案进行与第一示例性实施例中的相同的OPC。图13例示了得到的掩模图案和该掩模图案中的图像的轮廓。通过改变散焦量来检查主图案元素的图像的宽度。发现在共通焦点深度为161nm的情况下,所有主图案元素的图像的宽度落入 $100 \pm 10$ nm的范围内。因此,与第一示例性实施例相比,效果几乎相同或略低。然而,半导体设备的实际芯片的面积是数平方毫米,而通过使用单个近似空中图像地图能够布置的辅助图案的面积是数平方微米。因此,在根据第二比较例的方法中,要数百万次地计算近似空中图像。另一方面,在根据第一示例性实施例的图案形成方法中,在各标准单元上,仅进行一次用于布置辅助图案的计算。由于标准单元库包括

数百种类型的标准单元,计算量远远小于第二比较例中的计算量。

[0051] 将描述相邻布置以形成掩模图案的单元包括在占有区12外部的辅助图案的第三比较例。首先,在图3中例示的具有在单元的主图案的占有区12外部的辅助图案的单元A'至D'被相邻布置,并且如图5所示,该图案被确定为未去除辅助图案元素的掩模图案。然后,对主图案进行OPC。图14例示了得到的掩模图案和该掩模图案中的图像的轮廓。图14中的三个轮廓24由于毗邻的辅助图案元素而不是完美的圆形。此外,在部分26中,辅助图案元素被布置得彼此非常接近,因此被解析。因此,该掩模图案不应该被实际使用。

[0052] 将描述辅助图案不被布置在单元的占有区12的外周附近或占有区12外部的第四比较例。如图15所示,设置从各单元的占有区12的外周保持50nm或更远的距离的内部区域28。然后,仅中心坐标在区域28内的辅助图案元素被布置在区域28中。图15例示了辅助图案仅被布置在区域28内的单元A1至D1。然后,单元A1至D1被相邻布置以形成掩模图案。在本比较例中,无论多个单元被如何布置以形成掩模图案,辅助图案元素也绝不与主图案元素非常接近,或者彼此非常接近。接下来,对单元A1至D1的主图案进行OPC。图16例示了得到的掩模图案和掩模图案图像的轮廓。通过改变散焦量来检查主图案元素的图像的宽度。发现在共通焦点深度为151nm的情况下,所有主图案元素的图像的宽度都落入 $100 \pm 10\text{nm}$ 的范围内。因此,根据第一示例性实施例的、掩模图案的制造方法能够实现更大的焦点深度(光刻余量)。

[0053] 如上所述,在第一和第二示例性实施例中,通过不仅在单元的占有区12中而且在占有区12外部布置的辅助图案,相邻布置多个单元以形成掩模图案。然后,去除与其他图案元素(主图案元素或辅助图案元素)非常接近或交叠的辅助图案元素。因此,通过第一和第二示例性实施例,能够实现具有良好分辨率的掩模图案。

[0054] 将描述第三示例性实施例。在上述示例性实施例中形成的掩模图案的数据被转换为用于向掩模制造装置(描绘装置)输入数据的数据格式,并且得到的数据被输入到掩模制造装置。掩模制造装置基于输入的数据,在掩模空白上描绘图案以制造掩模。

[0055] 制造的掩模被运送到曝光设备。曝光设备在设定的曝光条件(有效光源分布、曝光量、台移动速度等)下照明所制造的掩模,以将基板上的光刻胶曝光给投影的掩模图案的图像。

[0056] 将描述通过使用曝光设备来制造设备(半导体IC设备、液晶显示设备等)的方法。通过曝光设备来曝光涂布有光刻胶的基板(晶片、玻璃基板等)、使基板(光刻胶)显影、以及包括蚀刻、脱胶、切割、键合、封装等其他已知的步骤,来制造设备。通过本设备的制造方法,能够制造具有比传统设备更高质量的设备。

[0057] 已描述了本发明的优选实施例。自然地,本发明不限于上述示例性实施例,并且在不脱离本发明的主旨的情况下能够以各种方式对示例性实施例进行变型和改变。例如,在第一示例性实施例的步骤S108中,包括辅助图案的单元A'至D'被登记在单元库中。然而,可以省略步骤S108。在这种情况下,处理从步骤S106进行到步骤S110,其中各自包括在步骤S106中生成的辅助图案的单元A'至D'被相邻布置,以形成掩模图案。在包括主图案的占有区外部的辅助图案的单元被布置为在其他单元旁边的情况下,可以预先去除在占有区外部并且将与其他单元接近或交叠的辅助图案的部分。执行步骤S102至S108的计算机或应用可以与执行步骤S110至S114的计算机或应用不同。

[0058] 其他实施例

[0059] 还可以通过读出并执行记录在存储介质(例如,非暂时性计算机可读存储介质)上的用于执行本发明的一个或多个上述实施例的功能的计算机可执行指令的系统或装置的计算机来实现本发明的各实施例,以及通过系统或装置的计算机通过例如从存储介质读出并执行用于执行一个或多个上述实施例的功能的计算机可执行指令的方法来实现本发明的各实施例。计算机可以包括中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)或其他电路中的一个或多个,并且可以包括独立的计算机或独立的计算机处理器的网络。计算机可执行指令可以例如从网络或存储介质被提供给计算机。存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的存储器、光盘(诸如压缩光盘(CD)、数字通用光盘(DVD)或蓝光光盘(BD)<sup>TM</sup>)、闪存设备、存储卡等中的一个或多个。

[0060] 本发明的实施例还可以通过如下的方法来实现,即,通过网络或者各种存储介质将执行上述实施例的功能的软件(程序)提供给系统或装置,该系统或装置的计算机或是中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)读出并执行程序的方法。

[0061] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明并不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

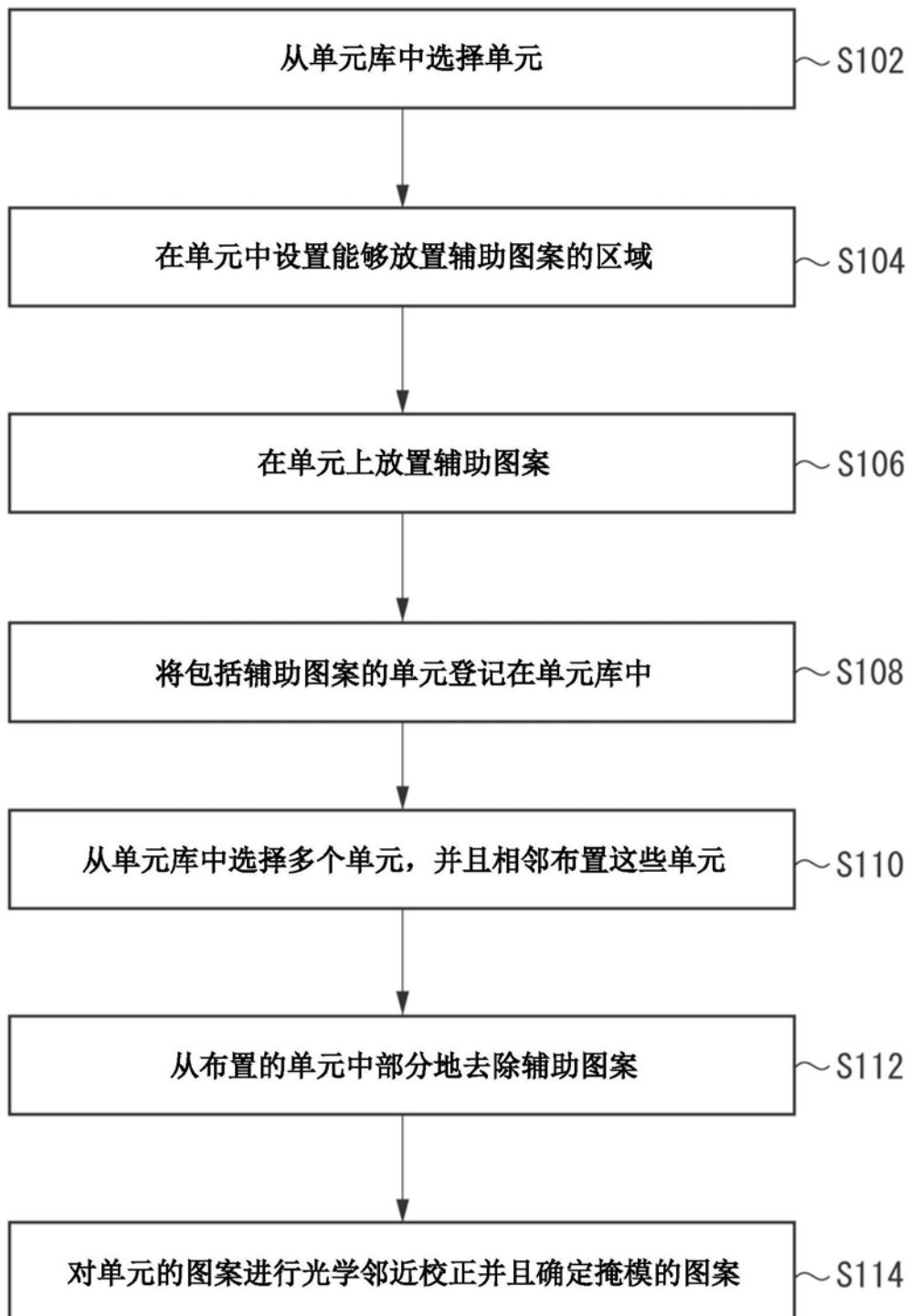


图1

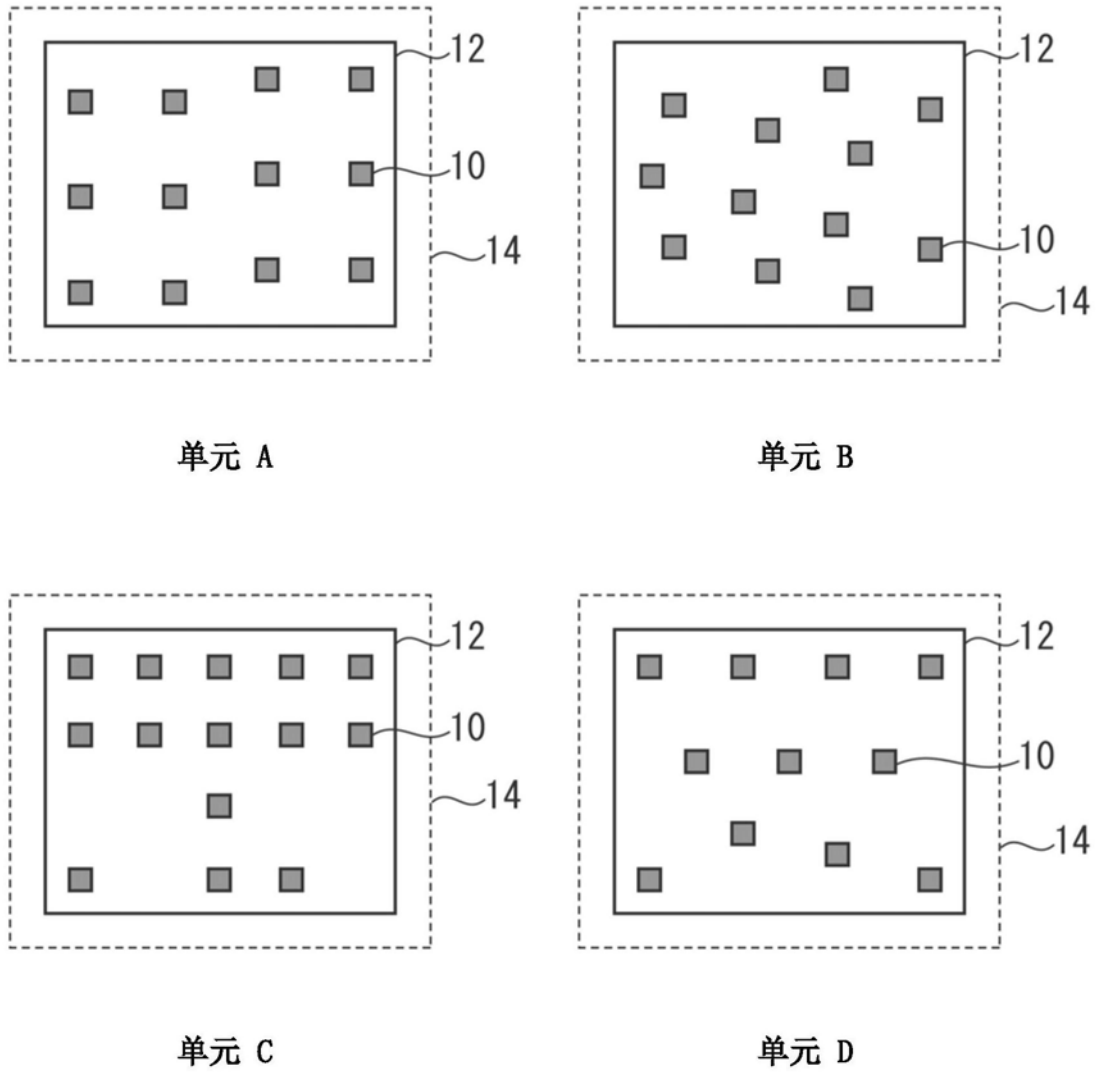


图2

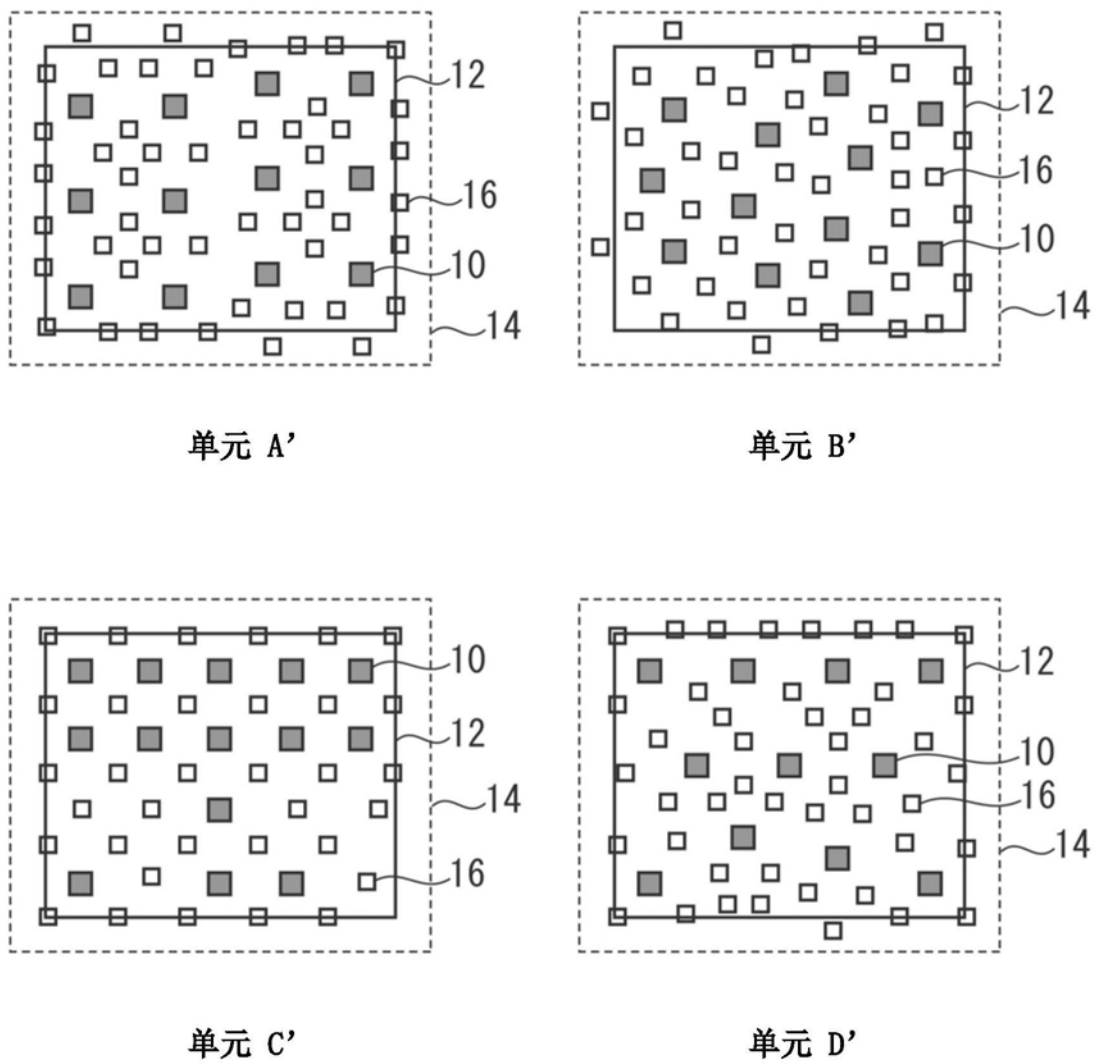


图3

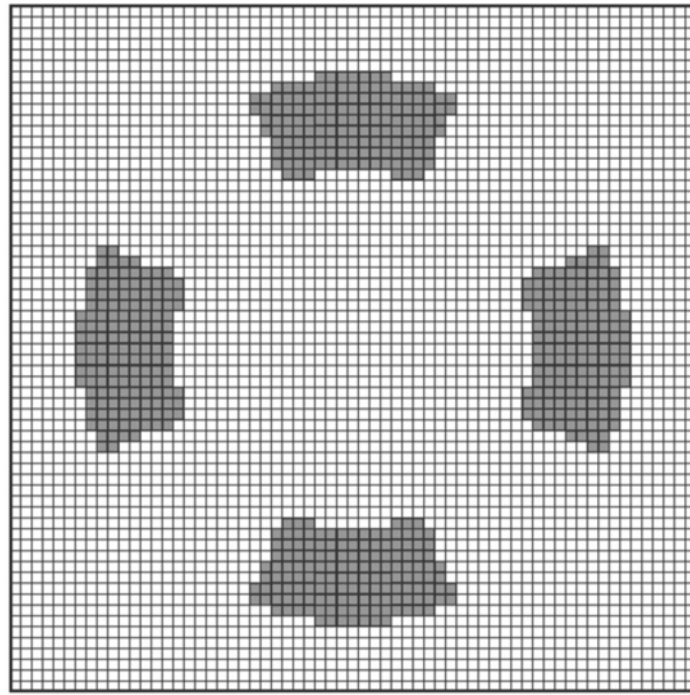


图4

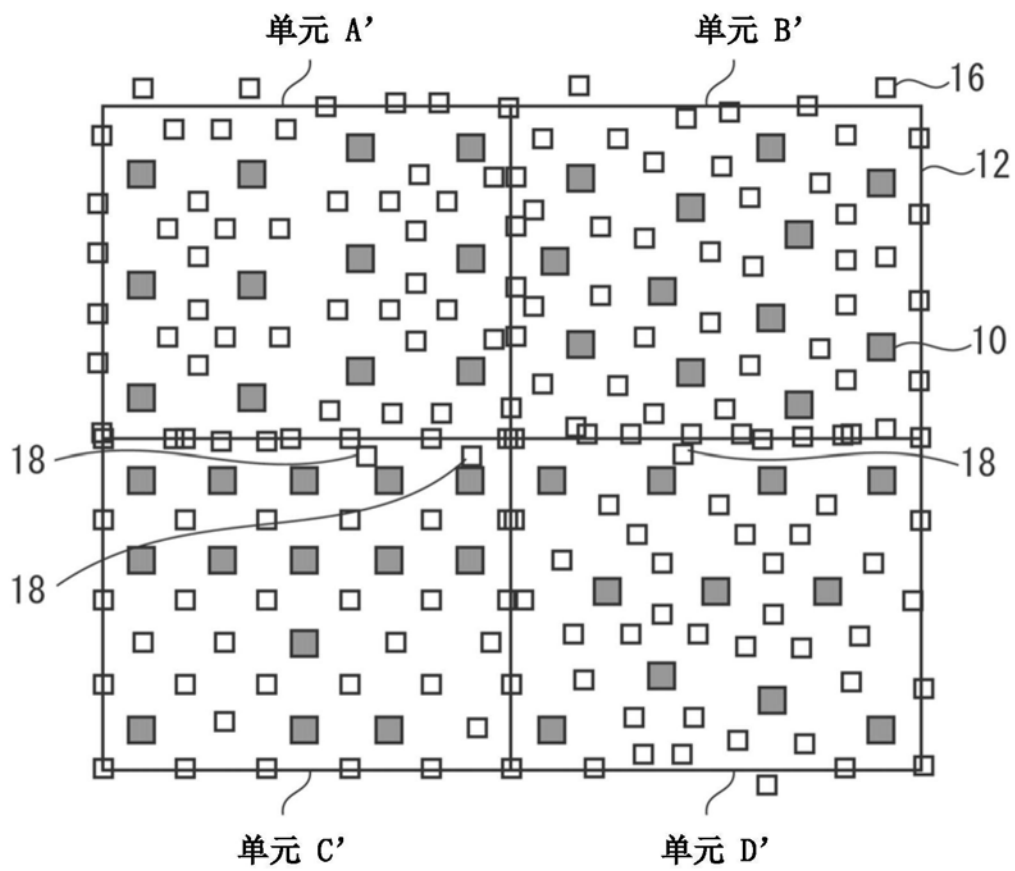


图5



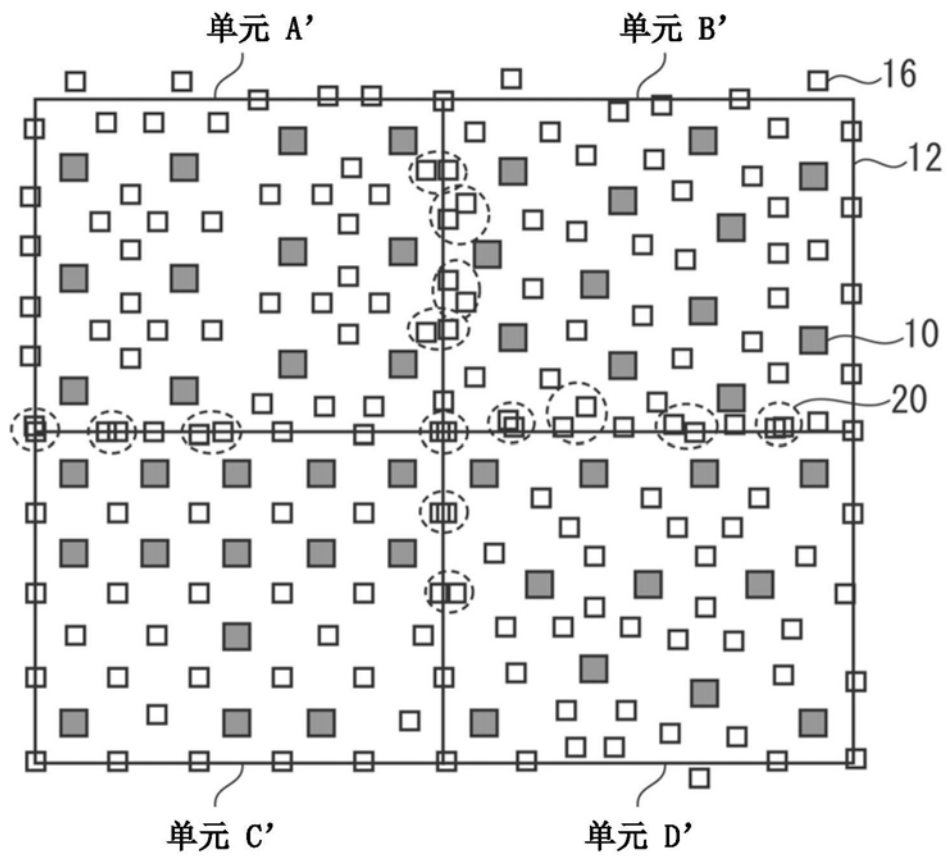


图6

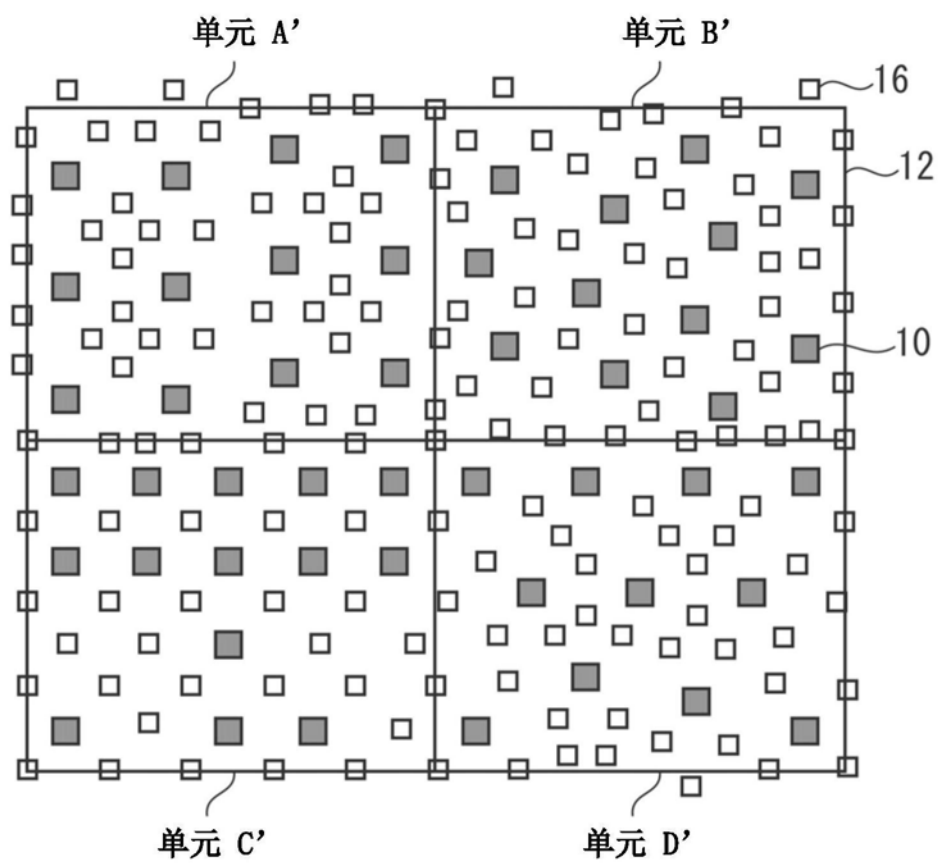


图7

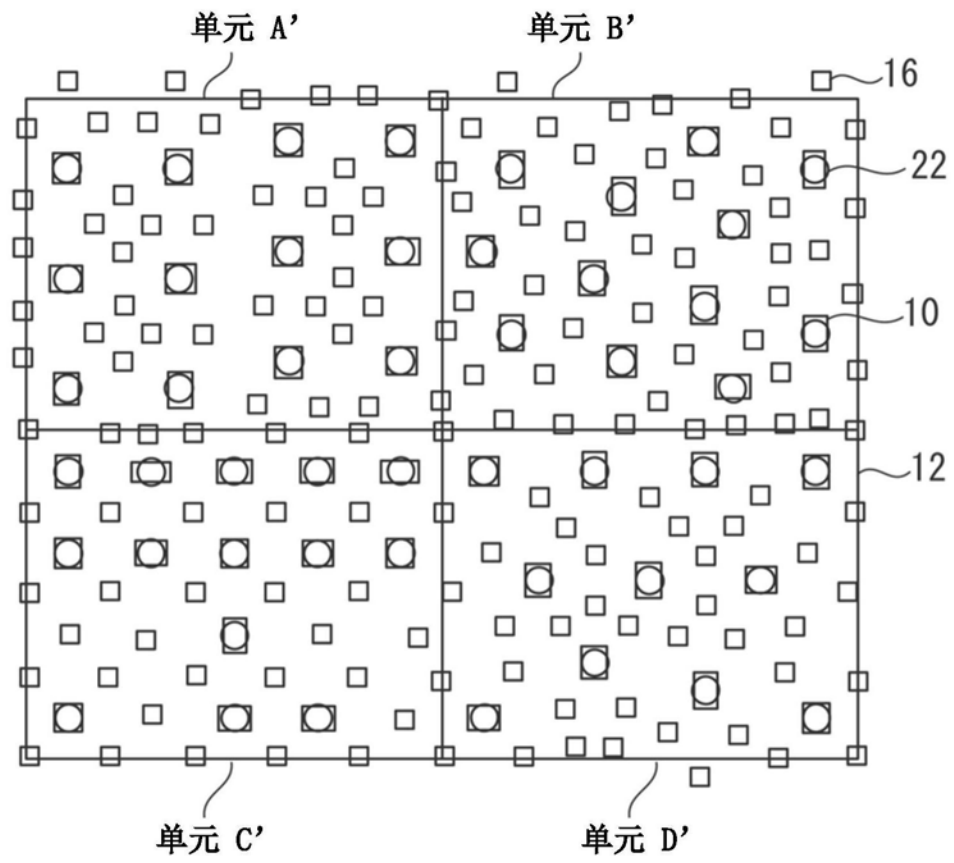


图8

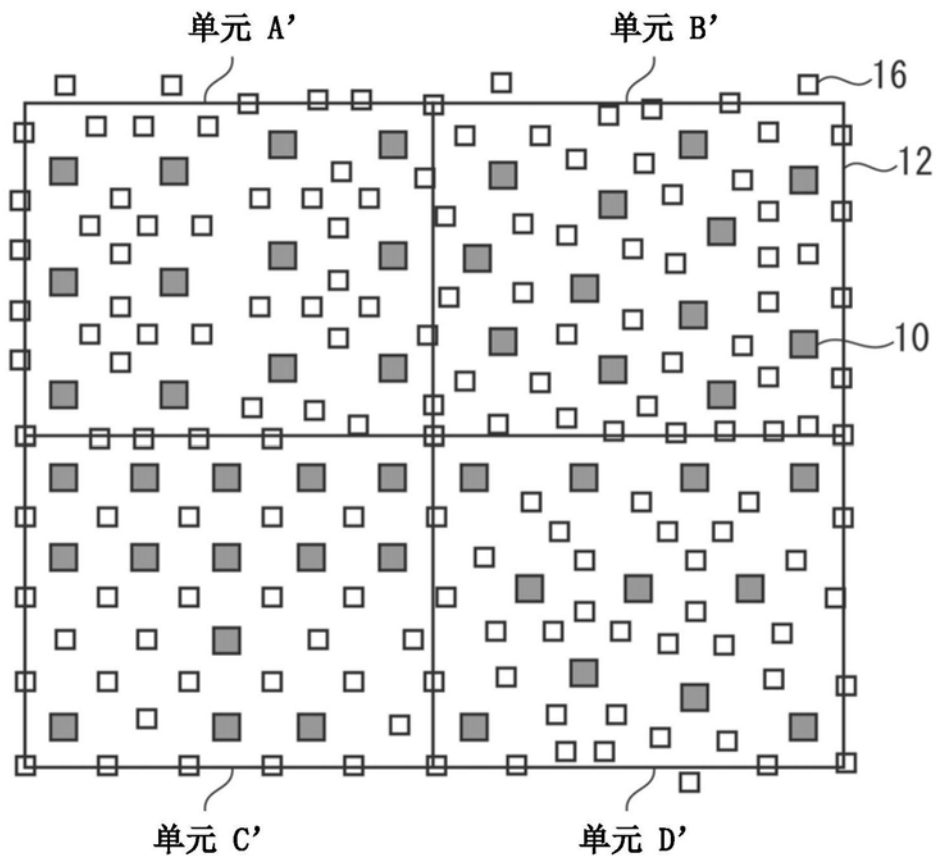


图9

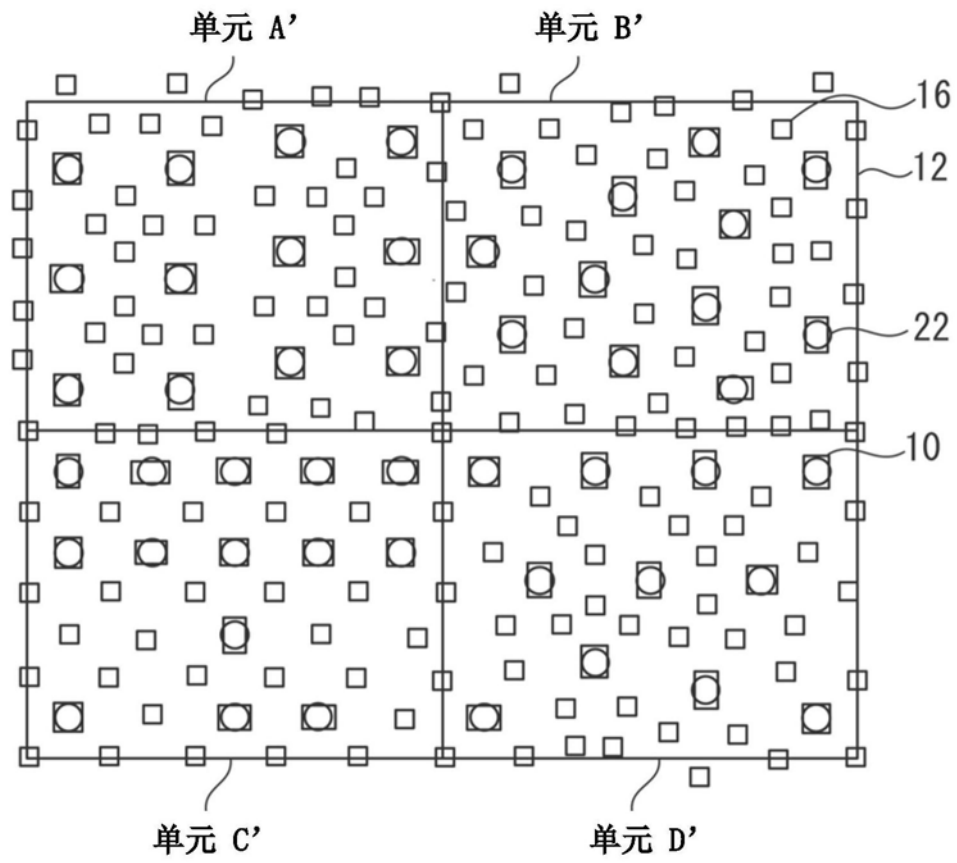


图10

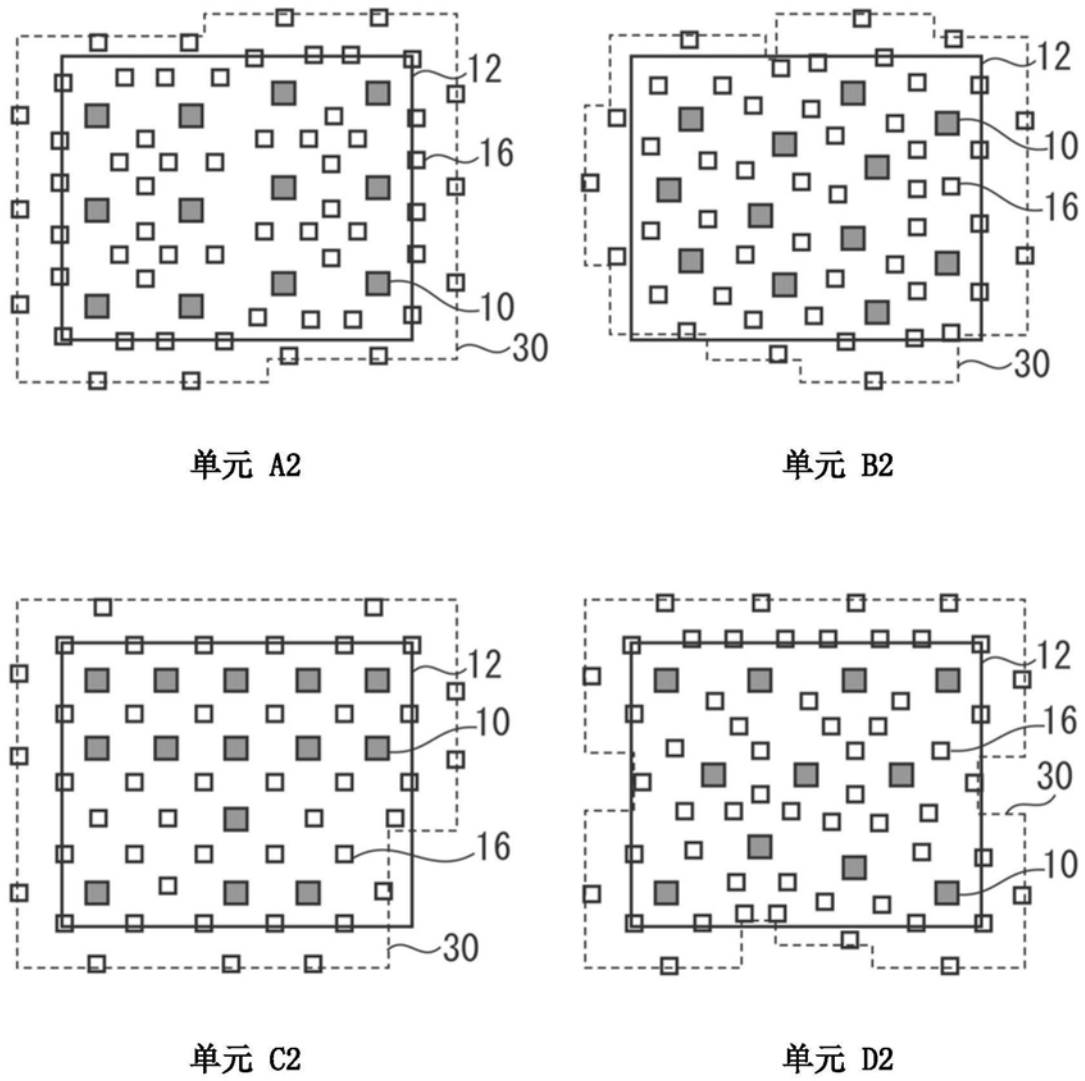


图11

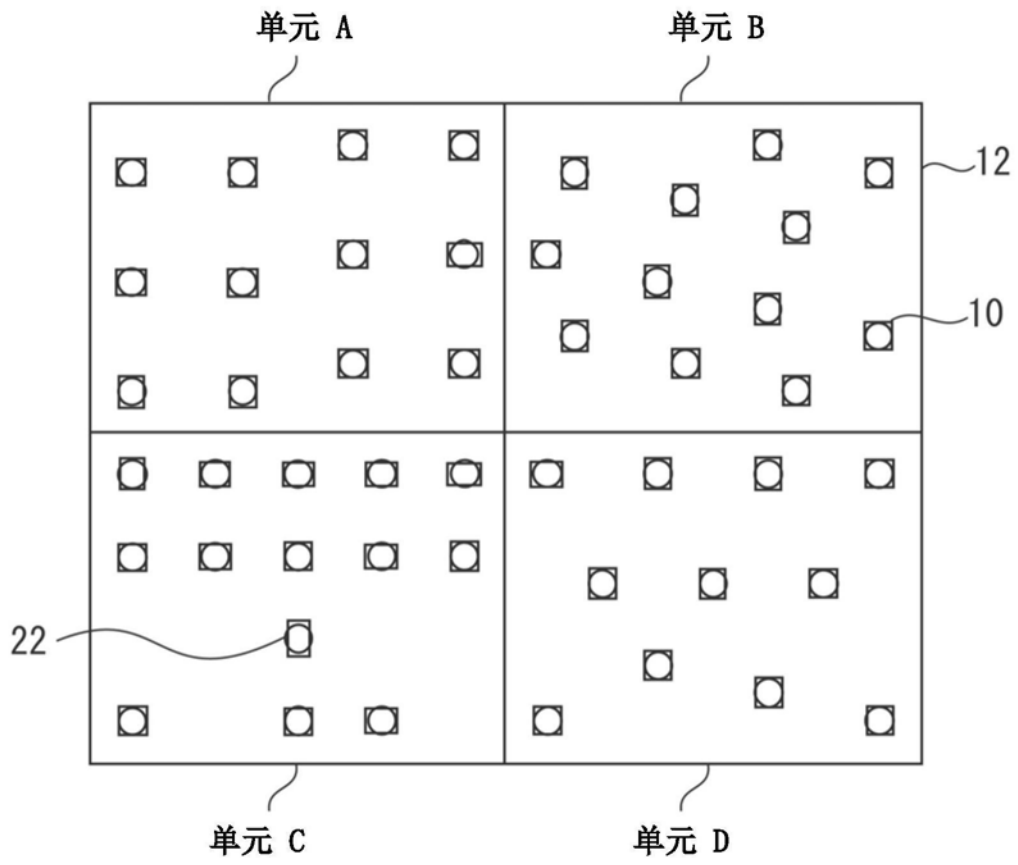


图12

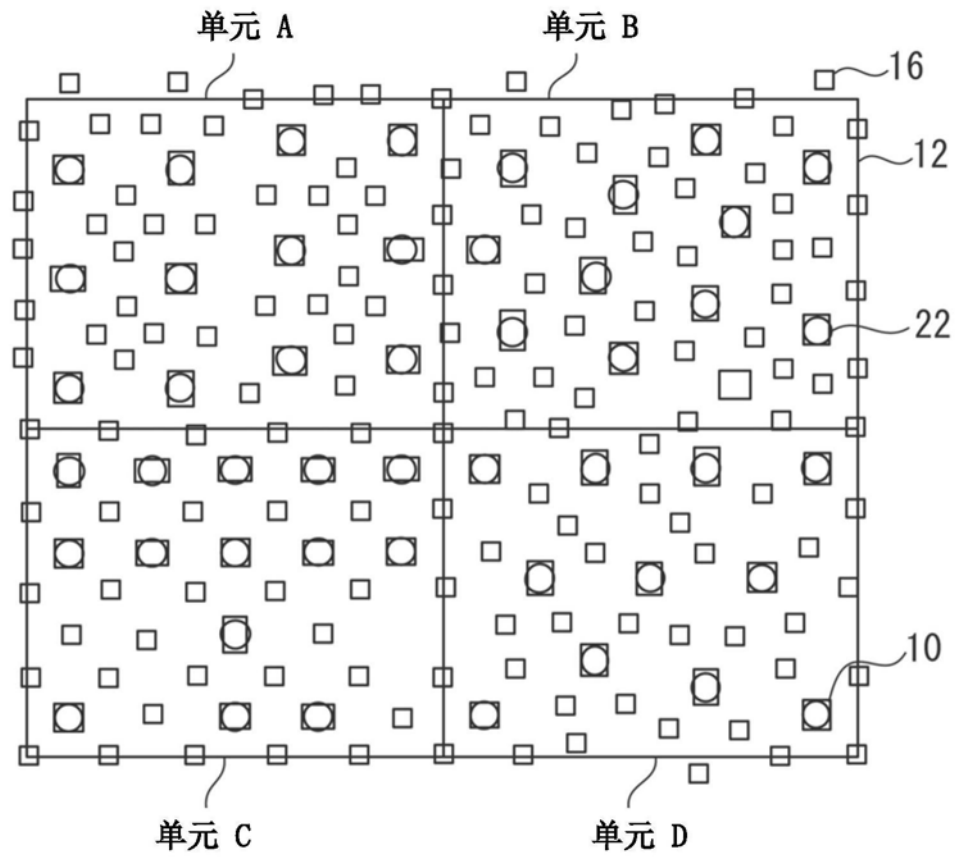


图13



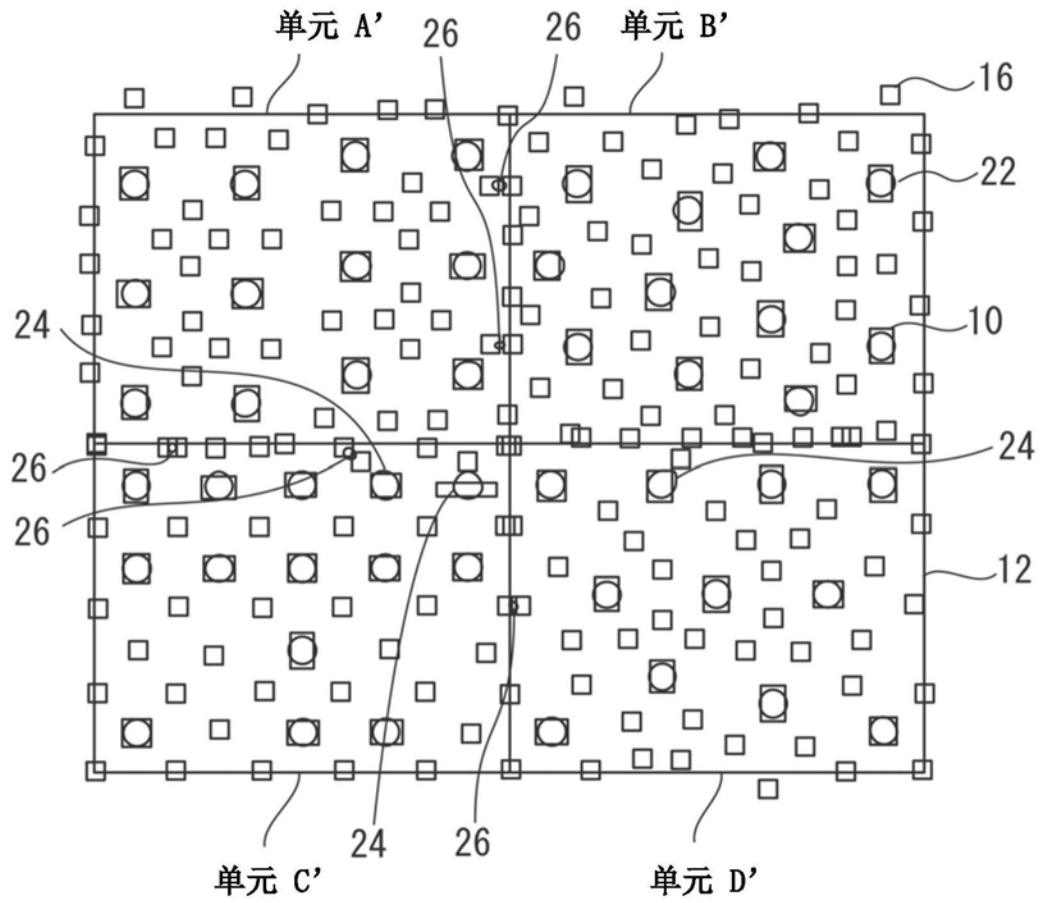
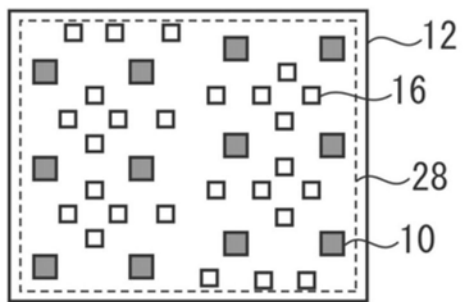
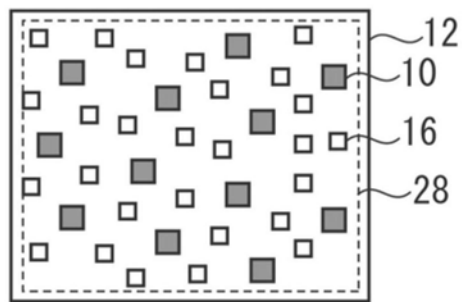


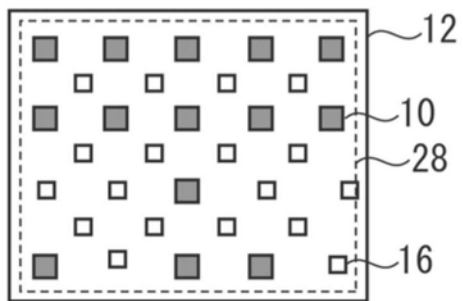
图14



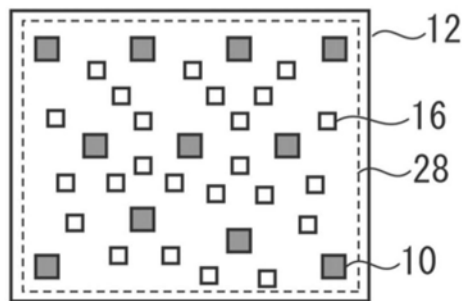
单元 A1



单元 B1



单元 C1



单元 D1

图15

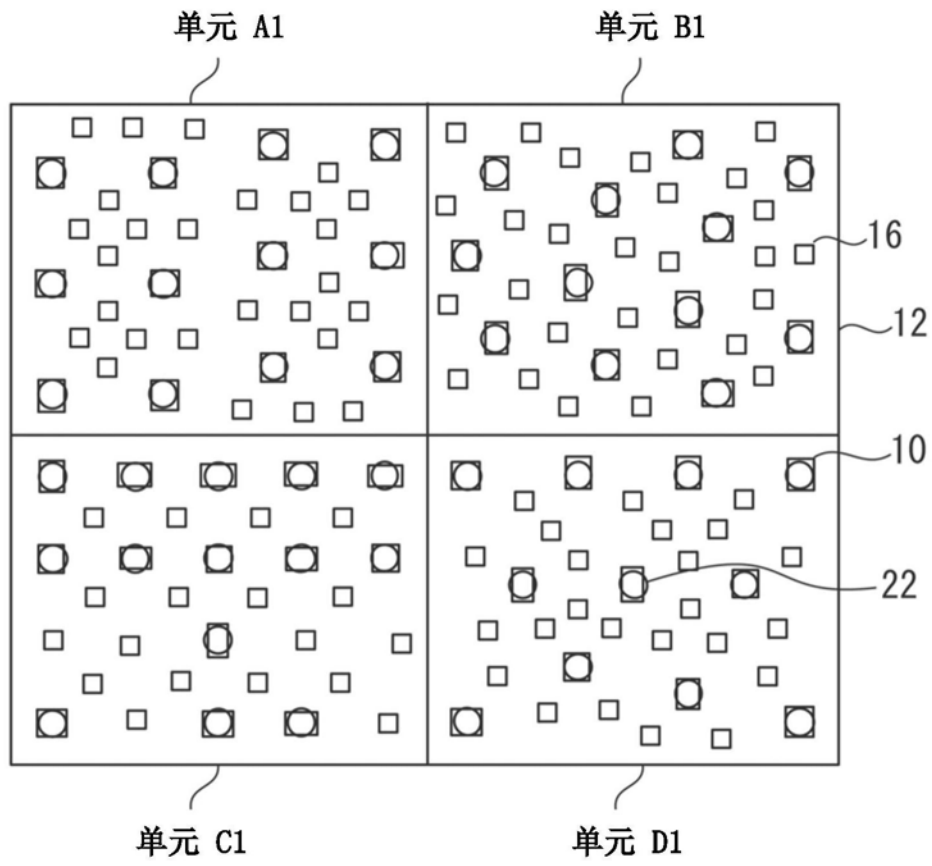


图16

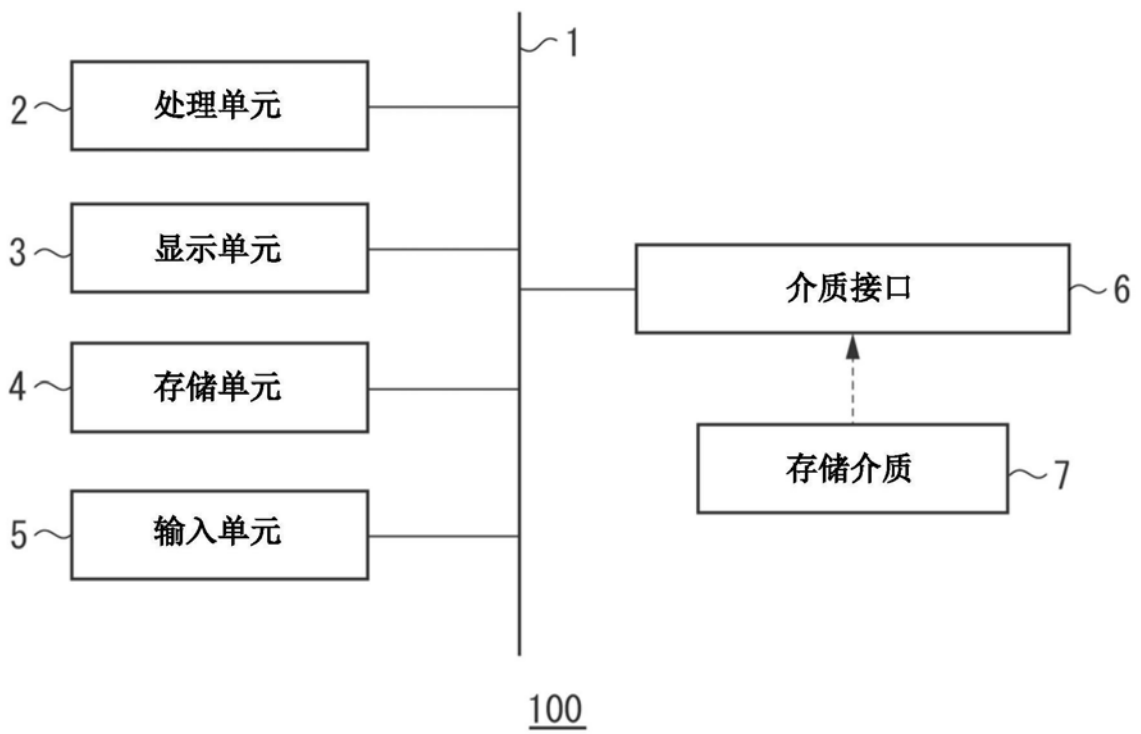


图17